Aus der Universitäts-Frauenklinik Tübingen
Direktor Prof. Dr. med. H. Roemer

Bestimmung von Milchsäure unter der Geburt

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
SUSANNE OSTERTAG
aus Weinsberg

1963

7528

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547601_0120

Aus der Universitäts-Frauenklinik Tübingen
Direktor Prof. Dr. med. H. Roemer

Bestimmung von Milchsäure unter der Geburt

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
SUSANNE OSTERTAG
aus Weinsberg

1963

RIJKS-
UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich
1. Berichterstatter: Dozent Dr. med. G. Jung
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. H. Roemer

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A) Einleitung	2
B) Literaturbesprechung	3
I) Biochemische Vorgänge bei der Milchsäurebildung	3
1) Energieliefernde Substrate des Stoffwechsels	3
2) Kohlehydratstoffwechsel	4
a) Aufnahme und Verarbeitung der Kohlehydrate	4
b) Abbau der Kohlehydrate	5
c) Energiebilanz des Kohlehydratstoffwechsels	8
d) Steuerung des Kohlehydratstoffwechsels	8
II) Milchsäurebildung bei Arbeitsleistung	8
1) Allgemeines	8
2) Experimentelle Arbeiten	10
III) Bestimmungsmethoden der Milchsäure	11
1) Ältere Methoden	11
2) Enzymatische Testmethoden	11
IV) Psychologische Geburtserleichterung	12
1) Emotionelle Einflüsse auf den Geburtsakt	12
2) Wirkungsmechanismus der Angst	13
3) Weg zur Entspannung	15
4) Erfolgsgruppen	16
C) Eigene Untersuchungen	17
I) Hauptversuche	17
1) Milchsäureanstieg unter der Geburt	19
2) Milchsäurebestimmungen im Verlauf der Geburt	27
II) Nebenversuche	34
1) Arbeitsleistung unter aeroben und anaeroben Bedingungen bei verschiedenen Versuchspersonen	34
2) Arbeitsleistung unter aeroben und anaeroben Bedingungen bei drei Graviden	34
D) Zusammenfassung	38
E) Literaturverzeichnis	40

A) Einleitung

Die Milchsäure nimmt im Rahmen des Stoffwechselgeschehens eine Sonderstellung ein. Ihr Gehalt im Blut weist in Ruhe, bei ausreichender Sauerstoffversorgung und guter Gewebsdurchblutung nur eine geringe individuelle Schwankungsbreite auf. Sie wird jedoch unter dem Einfluß körperlicher Arbeit, bei Ischämie, Gefäßspasmen, Beatmung mit reinem Stickstoff oder sauerstoffarmen Gasgemischen (u.a.) unter Umständen erheblich vermehrt gebildet.

Die vorliegende Arbeit ging von dem Gedanken aus, daß die Bestimmung der Milchsäure unter der Geburt ein Maß abgeben könnte für die bei der Geburt geleistete Arbeit, sowie für die Bedeutung geburtserleichternder Maßnahmen.

Ergänzend zu den Hauptversuchen wurden Milchsäurewerte im Blut bei Graviden und anderen Versuchspersonen unter aerob und anaerob verrichteter Arbeit gemessen.

B) Literaturbesprechung

I) Biochemische Vorgänge bei der Milchsäurebildung

Im folgenden soll kurz die Stellung der Milchsäure im Rahmen des Gesamtstoffwechsels betrachtet werden.

1) Energieliefernde Substrate des Stoffwechsels

Ebenso wie jede andere Zelle benötigt auch die Muskelzelle schon bei völliger Ruhe eine dauernde Zufuhr von Energie zur Aufrechterhaltung ihrer Struktur und Leistungsbereitschaft (Rein (26)). Dieser Grundumsatz der Zelle erhöht sich meßbar bei Aktivität, und zwar wird einmal zusätzlich Energie verbraucht für die Wiederherstellung der Erregbarkeit und zweitens für die Kontraktion. Als einzige Energiequelle, die direkt in den Zellen genutzt werden kann, scheinen die energiereichen Phosphate in Frage zu kommen, unter ihnen vor allem die Adenosintriphosphorsäure (ATP). Jede Zelle enthält einen gewissen, wenn auch kleinen Vorrat an ATP. Bei ihrem Zerfall in Adenosindiphosphorsäure (ADP) und Phosphorsäure, wobei eine der beiden energiereichen Phosphatbindungen gelöst wird, kann die notwendige Energiemenge zur Verfügung gestellt werden. Nachträglich muß durch Energiezufuhr aus anderen Quellen der Vorrat wieder aufgefüllt, d.h. ATP aus ADP und Phosphorsäure resynthetisiert werden. Mit großer Geschwindigkeit ist dies möglich aus einer zweiten Vorratsform an energiereichem Phosphat, der Kreatin-Phosphorsäure, bei deren Zerfall in Kreatin und Phosphorsäure wieder eine große Energiemenge frei wird.

Dem Organismus stehen als Energieträger Fett, Kohlehydrat und Eiweiß zur Verfügung. Als Endprodukte des Stoffwechsels entstehen aus Fetten und Kohlehydraten CO_2 und H_2O, aus den Eiweißstoffen daneben Harnstoff. (Lehnartz (15)). Man nennt den Teil des Stoffwechsels, der zwischen den Ausgangs- und Endprodukten liegt, den intermediären oder Zwischenstoffwechsel. Er befaßt sich mit den Umsetzungen der Körperbausteine, soweit sie von den Fermenten der Zellen angreifbar sind. Es handelt sich dabei um eine Summe von Abbau- und Umbauvorgängen, die schließlich zu den Endprodukten des Stoffwechsels führen, zu Produkten also, die vom Körper

nicht mehr angreifbar sind. Der intermediäre Kohlehydratstoffwechsel ist neben dem Fettstoffwechsel der wichtigste energieliefernde Prozeß des Organismus. Als Energievorräte fungieren dabei die Glukose und das Glykogen, wobei letzteresim Muskel durch seine größere Menge die wesentlichere Rolle spielt (Rein (26)). Beim stufenweisen Abbau des Glykogens wird Energie zur Verfügung gestellt, um energiereiches Phosphat zu bilden, das seine Phosphorsäure ebenfalls auf ADP übertragen kann, damit die Resynthese von ATP herbeiführend. Der Energiebedarf muß also zunächst durch Zerfall von ATP in ADP gedeckt werden. Dieses wird resynthetisiert durch Kohlehydratabbau und im Falle der Notwendigkeit durch Phosphorkreatinabbau. Nachträglich wird über die ATP der Vorrat an Phosphorkreatin durch Kohlehydratabbau wieder aufgefüllt. Im Endeffekt sind die Vorräte an energiereichem Phosphat wieder aufgefüllt, der Vorrat an Glykogen muß durch Glukosezufuhr wieder gedeckt werden.

2) Kohlehydratstoffwechsel

a) Aufnahme und Verarbeitung der Kohlehydrate

Die vom Darm als Monosacharide resorbierten Kohlehydrate werden in Form von Glukose, Fruktose und Galaktose durch die Pfortader der Leber zugeführt (Lehnartz (15)). Die Leber baut aus der zuströmenden Glukose und Fruktose Glykogen auf und speichert die Kohlehydrate vorübergehend in dieser Form, so daß nach kohlehydratreicher Nahrung ihr Glykogengehalt bis auf 20% ansteigen kann. Das Leberglykogen ist eine leicht verfügbare Energiereserve. Fortlaufend wird das Glykogen in der Leber wieder zu Glukose gespalten, damit der Glukosegehalt des Blutes auf konstanter Höhe gehalten wird; denn ruhende und in erhöhtem Maße tätige Organe nehmen dauernd Glukose aus dem Blute auf, die sie zur Bestreitung ihres Stoffwechsels verbrauchen. Die den Zellen mit dem Blute zugeführte Glukose wird in ihnen in Glukose-6-phosphat umgewandelt, das entweder wieder zu Glukose gespalten oder über Glukose-1-phosphat zu Glykogen aufgebaut wird, oder nach Umlagerung zu Fruktose-6-phosphat dem Abbau anheimfällt.

Das Hauptorgan des Glukoseverbrauchs ist die quergestreifte Muskulatur. Jedoch kann sie im Vergleich zur Leber nur geringe Kohlehydratmengen speichern, ihr Glykogengehalt beträgt im Mittel etwa 0,5%. Der Ersatz des in den Organen verbrauchten Kohlehydrats geht zu Lasten des Blutzuckers und damit indirekt des Leberglykogens.

Für seine Versorgung mit Kohlehydrat ist der Organismus nicht allein auf die Kohlehydratzufuhr durch die Nahrung angewiesen. Glukose und damit auch Glykogen können im Körper über den 'metabolic pool' auch aus anderen Körperbausteinen, insbesondere aus bestimmten Aminosäuren, aber auch aus Fettsäuren entstehen. (s. Abb.1: 'Der intermediäre Kohlehydratstoffwechsel'). Es ist dies die sog. Glukoneogenese. Entsprechend dem jeweiligen Energiebedarf des Organismus werden die Kohlehydrate entweder assimilatorisch verwertet (Glykogen-Synthese) oder dissimilatorisch abgebaut.

b) Abbau der Glukose

Der Abbau der Glukose ist schematisch in Abb. 2 dargestellt. Er erfolgt in der ersten Phase anaerob, Glykolyse genannt, und in der zweiten Phase oxydativ im sog. Zitronensäurecyclus.

anaerober Abbau

Nach der für die Glukose insulinabhängigen Passage der Zellmembran beginnt der glykolytische Abbau mit einer Phosphorylierung, wobei aus Glukose unter Beteiligung von ATP und dem Ferment Hexokinase Glukose-6-phosphat entsteht. Die Glykolyse führt weiter unter Beteiligung von verschiedenen Fermenten über phosphorylierte Zwischenstufen schließlich zur Brenztraubensäure (Lehnartz (15)). Die abschließende Reaktion der Glykolyse ist die Hydrierung der Brenztraubensäure zu M i l c h s ä u r e.

aerober Abbau

Der Übergang von der Glykolyse zum Zitronensäurecyclus erfolgt über eine erst in der neueren Zeit v.a. von Lynen und Lipmann chemisch und in ihrer Funktion erkannte energiereiche Verbindung, die 'aktivierte Essigsäure' (Acetyl-CoA). Hierbei wird der nach der oxydativen Decarboxylierung (CO_2-Abspaltung) der Brenztraubensäure frei werdende Essigsäurerest auf Co-Enzym-A unter

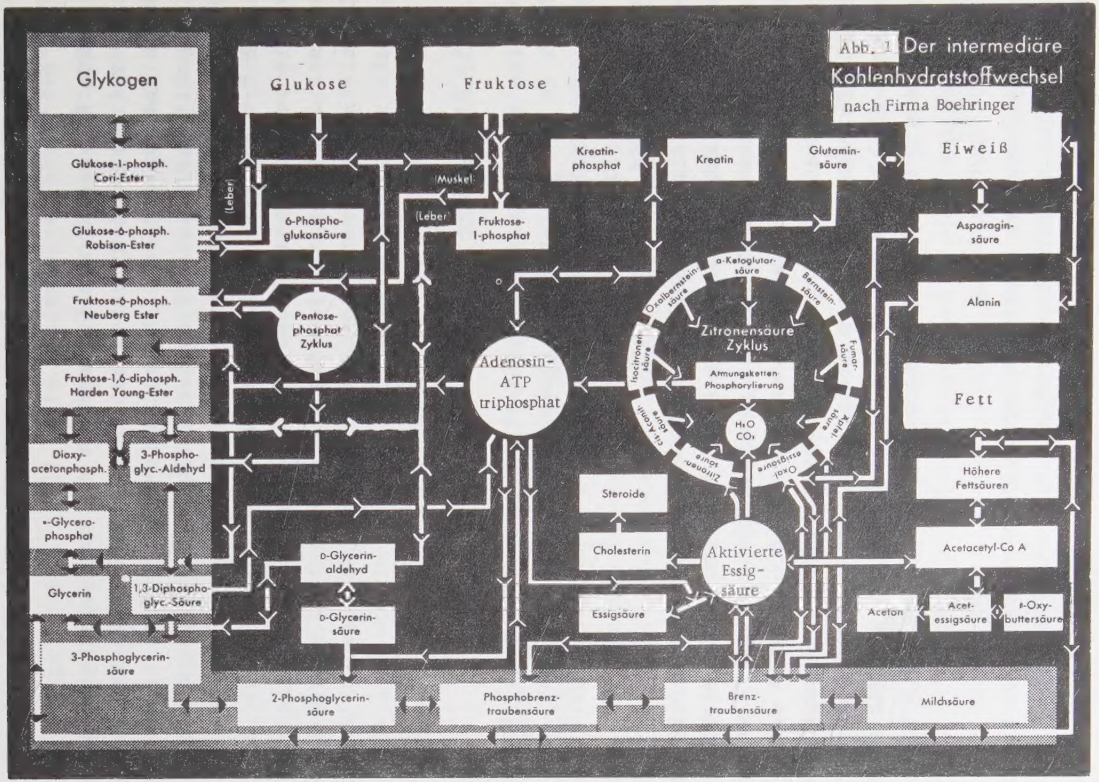


Abb. 1 Der intermediäre Kohlenhydratstoffwechsel
nach Firma Boehringer
Glykogen
Glukose
Fruktose
Glukose-1-phosph. Cori-Ester
Glukose-6-phosph. Robison-Ester
Fruktose-6-phosph. Neuberg Ester
Fruktose-1,6-diphosph. Harden Young-Ester
Dioxy-acetonphosph.
3-Phospho-glyc.-Aldehyd
α-Glycero-phosphat
Glycerin
1,3-Diphospho glyc.-Säure
3-Phosphoglycerin-säure
2-Phosphoglycerin-säure
Phosphobrenz-traubensäure
Brenz-traubensäure
Milchsäure
(Leber)
6-Phospho-glukonsäure
Pentose-phosphat Zyklus
(Muskel)
(Leber)
Fruktose-1-phosphat
Adenosin-ATP triphosphat
D-Glycerin-aldehyd
D-Glycerin-säure
Kreatin-phosphat
Kreatin
Glutamin-säure
Eiweiß
Asparagin-säure
Alanin
Fett
Höhere Fettsäuren
Acetacetyl-Co A
Aceton
Acet-essigsäure
β-Oxy-buttersäure
Aktivierte Essig-säure
Essigsäure
Cholesterin
Steroide
Zitronensäure Zyklus
Oxalessigsäure
α-Ketoglutar-säure
Bernstein-säure
Fumar-säure
Äpfel-säure
Oxal-essig-säure
Zitronen-säure
cis-Aconit-säure
Isocitronen-säure
Atmungsketten-Phosphorylierung
H₂O
CO₂
O

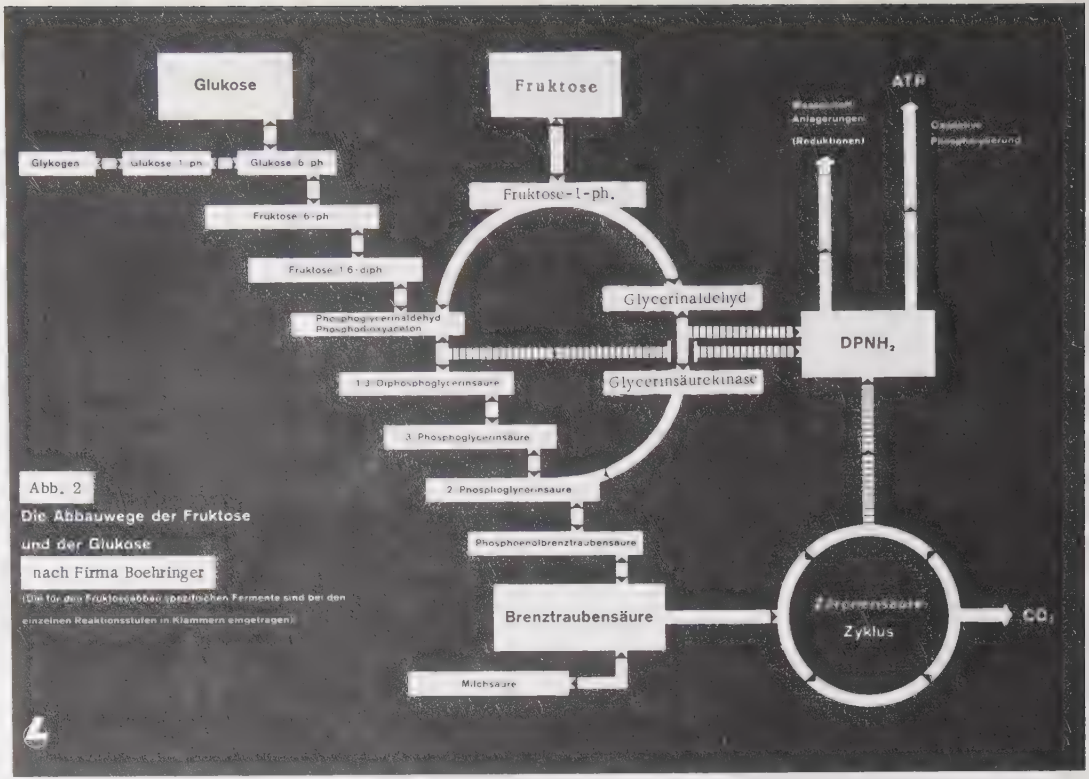


Abb. 2

Die Abbauwege der Fruktose und der Glukose

nach Firma Boehringer

(Die für den Fruktoseabbau spezifischen Fermente sind bei den einzelnen Reaktionsstufen in Klammern eingetragen)

Bildung von aktivierter Essigsäure übertragen. Von dieser kann die Acetylgruppe u.a. auch auf Oxalessigsäure übertragen werden, wobei nach Kondensation zu Zitronensäure der Zitronensäurecyclus zum Anlaufen kommt. Vom Acetyl-CoA ausgehend, sind aber auch Glykolyse und Zitronensäurecyclus mit dem Fettsäurecyclus unmittelbar verbunden, da Acetyl-CoA auch Ausgangs-Substrat der Fettsäure-Synthese ist. Im Zitronensäurecyclus werden die in Abb.1 dargestellten Zwischenverbindungen durchlaufen, wobei unter Abspaltung von Wasserstoff oder Kohlenstoff (Dehydrierung und Decarboxylierung) große Energiemengen freigesetzt und in Form von energiereichen Phosphaten gespeichert werden. Dieser Vorgang wird als Atmungskettenphosphorylierung bezeichnet (2).

c) Energiebilanz des Kohlehydratstoffwechsels

Die Energiebilanz der Glykolyse ist positiv, da auf diesem Abbauweg bereits 2 Mol ATP/Mol Glukose zurückgewonnen werden. Damit ist der Organismus in der Lage, auch bei Sauerstoffmangel auf dem Wege der Glykolyse kurzfristig Energie zu gewinnen, wobei Milchsäure angehäuft wird. Bei der vollständigen Oxydation des Glukosemoleküls zu CO_2 und H_2O können insgesamt 38 Mol ATP in Form energiereicher Phosphatbindungen synthetisiert werden (2).

d) Steuerung des Kohlehydratstoffwechsels

Bestimmte Schlüsselreaktionen des intermediären Stoffwechsels werden durch endokrine Regulationssysteme gesteuert, z.B. durch Insulin, Adrenalin, Glukagon. Darüber hinaus unterliegt der intermediäre Stoffwechsel einer weitgehenden Selbstregulierung, wobei die quantitativen Größen des Ferment-Substrat-Systems die Geschwindigkeit der Stoffwechselabläufe bestimmen. (2).

II. Milchsäurebildung bei Arbeitsleistung

1) Allgemeines

Im arbeitenden Muskel ist der respiratorische Quotient annähernd 1, ein Zeichen, daß vorwiegend Kohlehydrat oxydiert wird (Leuthardt (16)). Eine besondere Leistung des Muskels besteht darin, daß er unter anaeroben Bedingungen arbeiten kann. Dies ist notwendig, weil unter natürlichen Bedingungen im Muskelgewebe Sauerstoffmangel eintreten kann, nämlich bei intensiver Arbeit. Die Muskeltätigkeit erfordert großen Energieaufwand in kurzer Zeit. Die Sauerstoffversorgung und damit die Geschwindigkeit der oxyda-

tiven Vorgänge ist durch die Zeit begrenzt, welche der Sauerstoff braucht, um von den Kapillaren in die Muskelzellen zu diffundieren. Bei starker Arbeit genügt die Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffes nicht, um genügend Energie auf oxydativem Weg bereitzustellen. Der Muskel ist also auf eine Sauerstoff-unabhängige Reaktion angewiesen, das ist die Glykolyse. Das glykolytische Fermentsystem ist im Muskel außerordentlich gut entwickelt.

Der Zusammenhang zwischen Muskeltätigkeit und Milchsäurebildung wurde von Fletcher und Hopkins 1907 klargestellt. Die Natur der Säure wurde 1847 von Liebig festgestellt. Die im Muskel vorkommende Milchsäure (Fleisch-Milchsäure) ist rechtsdrehend. Sie gehört aber der L-Reihe an, muß also als L(+)-Milchsäure bezeichnet werden.
Der anaerobe Glykogen-Zerfall liefert also die für den ständigen Wiederaufbau des Phosphorkreatins nötige Energie, deren Ausbeute jedoch, wie dargelegt wurde, wesentlich geringer ist als bei vollständigem oxydativem Abbau zu CO_2 und H_2O.
Die auf anaerobem Weg aus Muskelglykogen gebildete Milchsäure wird zu einem kleinen Teil weiter abgebaut zu CO_2 und H_2O. Die dabei frei werdende Energie genügt für die Resynthese der restlichen Milchsäure zu Leberglykogen. Dieses liefert Blut-Glukose, die wieder Muskelglykogen abgibt. Dieser Kreislauf ist der sog. Cori-Cyclus.

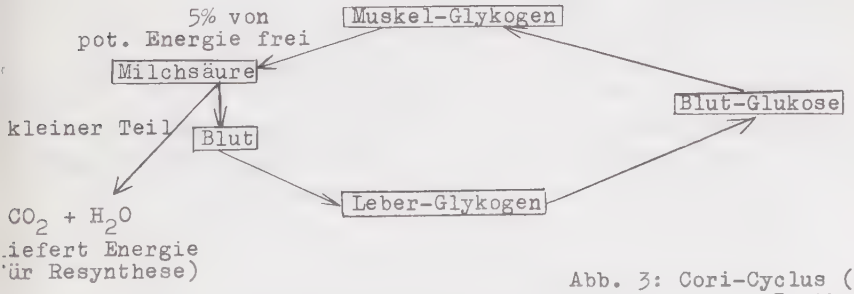


Abb. 3: Cori-Cyclus (nach Leuthardt)

Als Abbauprodukt der Glykolyse ist die Milchsäure ein ständiger Bestandteil des Blutes. Die Normalwerte im Serum betragen bei ausreichender Sauerstoffversorgung 10-15 mg% (nach Thorn, Schmitz), 9-16 mg% (nach Laudahn), 5-15 mg% (nach Lehnartz).

Bei kräftiger Muskelarbeit steigt in der Regel die Blutmilchsäure erheblich an. Bei Trainierten ist der Anstieg geringer als bei Ungeübten (Lehnartz, Flaschenträger (8)). Krankhafte Vermehrung der Milchsäure beobachtet man bei Schädigung des die Milchsäure verarbeitenden bzw. das Glykogen speichernden Gewebes (Leber). Schwere körperliche Arbeit, übermäßiges sportliches Training (Stress), Sauerstoffmangelzustände (Ischämie), extrem niedriger Blutdruck und Narkose können zu Anstiegen der Milchsäure-Konzentration im Blut bis zu 1000% der Normalwerte führen (2).

2) Experimentelle Arbeiten zur Milchsäurebildung bei Arbeitsleistung

M a r g a r i a und E d w a r d s (20) bestimmten Milchsäurewerte im Verlauf körperlicher Arbeit. Sie ließen eine Versuchsperson eine in drei Phasen aufgeteilte körperliche Arbeit unter anaeroben Bedingungen bis zur körperlichen Erschöpfung verrichten. Jeder Arbeitsphase folgte eine Erholungsphase von 5-6 min. Sofort nach Beendigung der Arbeit und weiter in etwa 1-minütigen Abständen wurden die Milchsäurewerte des Blutes bestimmt. Es ergab sich nach jeder Arbeitsphase ein Anstieg der Milchsäure, dessen Größe in den einzelnen Phasen in linearer Funktion zur Dauer der jeweiligen Arbeitsleistung stand. Es wird davon ausgegangen, daß die Arbeitsdauer proportional ist dem Betrag an anaerob verrichteter Arbeitsleistung und der Anstieg der Blutmilchsäure proportional ist der gebildeten Milchsäure. Der Milchsäureanstieg unmittelbar n a c h der Arbeit wurde zum einen verlangsamter Diffusion der Milchsäure von der Muskulatur ins Blut, zum anderen verzögerter Milchsäure r ü c k bildung zugeschrieben. Auch die Beobachtung, daß der Sauerstoffverbrauch in den ersten 5 min der Erholung nach der dritten Arbeitsleistung geringer war als nach den beiden ersten Arbeitsleistungen, und daß nach wiederholter Arbeit Milchsäure nur verzögert zurückgebildet wurde, führte die Verfasser zu dem Schluß, daß in diesen Fällen eine verminderte Milchsäureoxydation vorlag.

E s k i l d s e n (7) untersuchte ebenfalls den Milchsäuregehalt des Blutes bei Muskelarbeit. Er ließ Versuchspersonen gleichmäßige Arbeit über eine bestimmte Zeit verrichten. Die

Milchsäurewerte wurden jodometrisch bestimmt. Bei diesen Versuchen erreichte die Milchsäurekonzentration in den ersten 5 min der Arbeit einen Gipfel und fiel allmählich bis zu einem bestimmten Niveau ab. Dieses Niveau wurde bis zur Beendigung der Arbeit gehalten. Seine Höhe war abhängig von der Intensität der verrichteten Arbeit. In der Erholungsphase fiel die Milchsäurekonzentration langsam bis zum Endwert. Bei höchsten Arbeitsleistungen wurde kein Niveau erreicht, weil die Versuchsperson vorher erschöpft war. Die Versuche ergaben, daß die gleiche Arbeitsleistung bei Untrainierten eine größere Zunahme der Milchsäure im Blut zur Folge hat als bei Trainierten. Das sich ausbildende Niveau der Milchsäurewerte im Verlauf der Arbeit wird mit den gegenläufigen Prozessen der Milchsäurebildung und Verarbeitung erklärt.

III) Bestimmungsmethoden der Milchsäure

1) Ältere Methoden

Die große Zahl der bisher beschriebenen Analysemethoden, manometrische, polarographische, titrimetrische oder photometrische Bestimmungen erfolgten an Blut, Serum, Gewebeschnitten, Gewebebreien, Gewebeextrakten, also an Stoffgemischen, die Fehlerquellen durch Erfassen anderer Metaboliten enthalten. Die Spezifität war daher mangelhaft. Da diese Methoden als überholt gelten dürfen, wird auf ihre nähere Beschreibung verzichtet.

Der neueren biochemischen Forschung ist es gelungen,

2) enzymatische Testmethoden

zu finden. Dabei werden bei Stoffwechseluntersuchungen die einzelnen Metabolite mit denselben Enzymen bestimmt, die auch im Körper die entsprechenden Umsetzungen bewirken. Enzymproteine sind auf Grund ihrer Spezifität allen anderen chemischen Reagentien überlegen.

a) Allgemeines zur Ausführung enzymatischer Testmethoden (4)

Die enzymatischen Testmethoden arbeiten nach dem Prinzip des optischen Tests von Warburg. Grundlage der enzymatischen optischen Teste ist die Lichtabsorption eines der an der Reaktion

teilnehmenden Coenzyme oder Substrate. Die Absorption des reduzierten Diphosphopyridinnucleotids (DPN-H) mit Maximum bei 340 mμ wird am häufigsten für solche Messungen herangezogen. Der Absorptionskoeffizient ist 6,22 x 10^6 cm^2/Mol, d.h. 1 μMol = 633 γ DPN in 1 ml gelöst, schwächt nach Reduktion das Licht der Wellenlänge 340 mμ auf einem Weg (Schichtlänge) von 1 cm um log I_o/I=6,22. Da DPN in der oxydierten Form (DPN^+) im Wellenbereich 300 - 400 mμ keine Absorption zeigt, können die zahlreichen Dehydrogenasereaktionen, deren Coenzyme DPN oder auch TPN sind, durch die Zunahme oder Abnahme der Extinktion bei 340 oder 366 mμ mit dem uv.-Photometer verfolgt werden. Das gleiche gilt für solche Enzymreaktionen, deren Reaktionsprodukt in einer DPN-abhängigen Enzymreaktion bestimmbar ist. Durch eine derartige Indikatorreaktion wird also im 'zusammengesetzten optischen Test' zu jedem Zeitpunkt der zu messenden Reaktion deren Menge an Reaktionsprodukt angezeigt. Bei der Mengenbestimmung von Substraten und Coenzymen mißt man im allgemeinen den gesamten Umsatz, also den Endwert der Reaktion. Es wird unter Enzymüberschuß gearbeitet. Die Ergebnisse werden auf stöchiometrischer Grundlage berechnet.

b) Enzymatische Milchsäurebestimmung

s.S. 17

IV) Psychologische Geburtserleichterung (Lukas (19)).

1) Emotionelle Einflüsse auf den Geburtsakt

Es ist eine alte Erfahrung der Geburtshelfer, daß die Gemütsverfassung der Schwangeren, d.h. ihre affektive Einstellung zur Geburt, weit wichtiger ist als die organisch bedingte Schmerzempfindlichkeit. R e a d (25) hat als Erster die psychologischen Momente, die sich auf den Geburtsverlauf ungünstig auswirken, genauer untersucht und gezeigt, wie und warum diese den Geburtsvorgang stören und übermäßig schmerzhaft machen. Neben übernommenen Vorurteilen sind solche auf das Gemüt der Schwangeren wirkende Faktoren Befürchtungen, echte Nöte und schließlich eine aus eigener schlechter Erfahrung oder durch fremde Einflüsse geborene Angst vor der Geburt. Je nach der Intensität solcher negativer Suggestionen und der Eindringlich-

keit der eigenen Vorstellung oder der Schwere des Erlebten entsteht aus solchen Befürchtungen eine echte, ja manchmal eine geradezu panische Angst vor der Entbindung. Die überwiegende Zahl der Frauen ist sich dieser Angst aber gar nicht bewußt.

2) Wirkungsmechanismus der Angst

Jede Gemütsbewegung (Affekt) wirkt sich auf unser leib-seelisches Gesamtverhalten aus. Einmal werden die seelisch-geistigen Funktionen direkt durch den Affekt in negativ oder positivem Sinn beeinflußt, so z.B. die Konzentrationsfähigkeit, die Willensbildung, der Bewußtseinsgrad usw.. Zum anderen wird jede Gemütsbewegung auch von körperlichen Erscheinungen begleitet. Dementsprechend wird auch das seelische und körperliche Verhalten der Kreißenden von Affekten, bei unserer Betrachtung der Angst, abhängen und durch die Beseitigung der Angst in günstigem Sinne beeinflußt werden können. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Schmerzempfindlichkeit weitgehend von der seelischen Verfassung abhängig ist. Leichteste, sonst unterschwellige Reize werden schmerzhaft, wenn eine Schmerzerwartung, also Angst vor dem Schmerz, besteht. Eine solche Erwartungsangst besteht bei der Kreißenden. Die Folge ist, daß sich die Kreißende während der Wehen unzweckmäßig verhält.
Ihre Handlungen werden nicht mehr vom klaren zweckgerichteten Willen dirigiert, sondern von Impulsen, die tieferen, von der Vernunft nicht mehr kontrollierten Willensschichten entstammen.
Der zweite indirekte Weg der Schmerzverstärkung verläuft über eine Intensivierung der peripheren (aus den inneren Organen stammenden) Schmerzreize. Sobald der seelische Spannungszustand eine bestimmte Höhe erreicht, greift die Erregung auf benachbarte vegetative und motorische Zentren des Zwischenhirns über, was u.a. in einer Verengung der Gefäße und einem Spasmus der glatten und quergestreiften Muskulatur zum Ausdruck kommt.
Beide Vorgänge, die Vasokonstriktion und der Muskelspasmus führen zu einer Reizverstärkung unter der Geburt. Bei der Engerstellung der Gefäße kommt es zu erschwerter Blutzirkulation und Sauerstoffmangel des Gewebes. Die Anoxie der Muskulatur des Uterus als dem Organ, das bei der Geburt die schwerste Arbeit zu leisten hat und damit am meisten Sauerstoff benötigt, macht

die Wehe schmerzhaft. Wenn die Kreißende unter einer affektiven Spannung steht, kommt es zu einer spastischen Kontraktion des Muttermundes, der das Tiefertreten des Kindes verhindert und in erhöhtem Maße Wehen auslöst. Angst, Spannung und Schmerz erzeugen einen Reaktionskreis, der von der Kreißenden selbst nicht mehr unterbrochen werden kann.

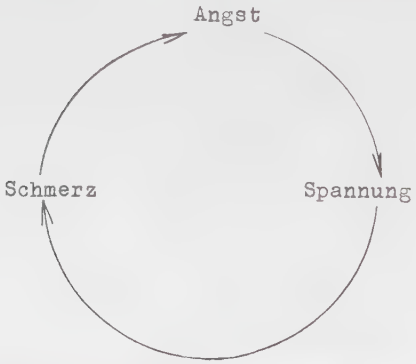


Abb. 4a nach Lukas

Die Vorgänge der Schmerzentstehung sind im folgenden Schema anschaulich dargestellt:

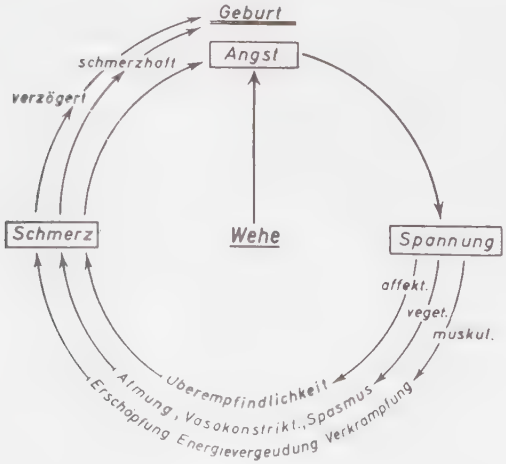


Abb. 4b nach Lukas

3) Weg zur Entspannung

Die notwendige Voraussetzung für die Entspannung ist die Beseitigung der Angst. Da die Geburtsangst ihre Entstehung in erster Linie dem Umstand verdankt, daß die Frauen völlig unzureichende oder gar falsche Vorstellungen über den Geburtsvorgang haben, nimmt die Aufklärung über alle mit Schwangerschaft und Geburt zusammenhängende Fragen den ersten Platz ein in der Vorbereitung.

Durch Entspannungsübungen, Atemregulierung und Gymnastik gelingt es, darüber hinaus einen Zugang zu jenen Körperfunktionen zu gewinnen, die normalerweise unserem Willenseinfluß entzogen sind. Das gilt vor allem für die vegetativ gesteuerten Funktionen des Gefäßsystems und der glatten Muskulatur.

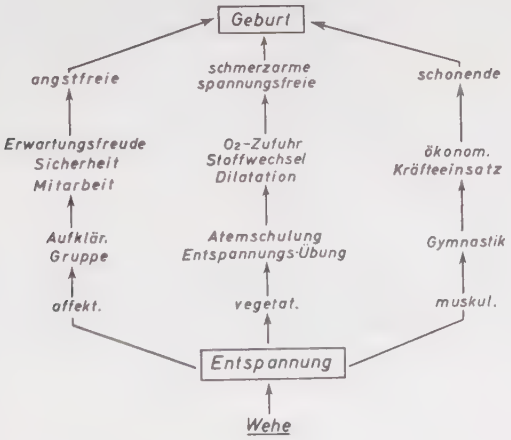


Abb. 4c nach Lukas

Badegespräch

Es kommt auch heute noch eine nicht geringe Zahl von Schwangeren ohne vorherige Unterrichtung und beruhigende Aufklärung zur Geburt. Durch ein persönliches Gespräch zu Beginn der Geburt, in dessen Verlauf der Patientin Unterweisungen über das Verhalten unter der Geburt, v.a. über die Atemtechnik, sowie über den

Geburtsverlauf gegeben werden können, ist jedoch auch bei ihnen häufig noch viel zu erreichen. In der Tübinger Frauenklinik wird dieses Gespräch zwischen Hebamme und Kreißender während des Bades zu Beginn der Eröffnungsperiode geführt, da die Entspannungsfähigkeit dabei besonders gut ist. Zumindest ist ein solches Gespräch zu Beginn der Geburt in der Lage, ein Vertrauensverhältnis zwischen Geburtshelfer und Kreißender herzustellen.

4) Einteilung in Erfolgsgruppen

Nach vorausgegangener Vorbereitung der Schwangeren durch Read-Kurse bzw. durch das Badegespräch bei Beginn der Geburt werden in der Tübinger Frauenklinik die Frauen nach der Geburt in Erfolgsgruppen eingeteilt:

Gruppe I: (Sehr guter Erfolg)	Ruhiges und diszipliniertes Verhalten, Wehenschmerzen nach Angaben der Kreißenden durchaus erträglich, außer Spasmolytica keine Medikamente benötigt, Entbindung innerhalb der normalen zeitlichen Grenzen.
Gruppe II: (Guter Erfolg)	Wie Gruppe I, jedoch Dolantin benötigt.
Gruppe III: (Mäßiges Ergebnis)	Trotz Dolantin unruhig und ungeduldig, Wehen unerträglich schmerzhaft, Verabreichung von Medikamenten verlangt, statt in der erlernten Weise zu atmen, Entbindung zeitlich an der oberen Grenze der Norm.
Gruppe IV: (Versager)	Unbeherrscht, laut, trotz Anleitung und mehrmaliger Dolantingabe bzw. Morphium.

C) Eigene Untersuchungen

Den im folgenden beschriebenen Versuchen lag die Frage zu Grunde, wie groß der Milchsäureanstieg ist während der Geburt, in deren Verlauf erhebliche Arbeit geleistet wird. Wie oben dargelegt wurde, kann die Kreißende durch ihr persönliches Verhalten unter der Geburt, d.h. sinnvollen Einsatz der von ihr erlernten Methoden der richtigen Atmung und der Entspannung, einen nicht unwesentlichen Einfluß auf den Ablauf der Geburt nehmen. Da viele Frauen diese Hilfsmittel dankbar aufnehmen und subjektive Erleichterung erfahren, lag die Frage nahe, ob das Verhalten unter der Geburt und der Geburtsverlauf (Erfolgsgruppen) auch Auswirkungen hat auf den Stoffwechselablauf unter der Geburt. Da die Milchsäurebildung hierfür einen Maßstab abgeben kann und leicht zu bestimmen ist, interessierte ihr Anstieg im einzelnen Fall.

I) Hauptversuche

Es wurden die Milchsäurewerte im venösen Blut unter der Geburt bestimmt. In einem Teil der Versuche wurden jeder Gebärenden zwei Mal je 2 cm^3 Blut abgenommen. Einmal zu Beginn der Eröffnungsperiode, ein zweites Mal am Ende der Eröffnungsperiode bzw. beim Auftreten der ersten Preßwehen. In einer anderen Versuchsreihe wurden die Milchsäurewerte unter der Geburt verlaufsmäßig in einstündigen Abständen bestimmt. Es wurden dabei u.a. die Milchsäurewerte bei Geburtseinleitung, bei zusätzlicher Verwendung von Glukose bzw. Kochsalzinfusionen und zusätzlicher Sauerstoffatmung registriert.

Methode

Die Milchsäurebestimmungen erfolgten nach der von der Firma Boehringer angegebenen enzymatischen Testmethode. Es handelt sich dabei um eine photometrisch durchzuführende Milchsäurebestimmung auf der Basis des optischen Testes nach O. Warburg. (Messung der DPN-H-Absorption). Die Methode lehnt sich an an die Angaben von Scholz, R.Schmitz, H.Bücher, Th.v.Lampen I.O. (Biochemische Zeitschrift 331 (1959)).
Folgende Reaktion liegt ihr zugrunde:

Lactatdehydrogenase (LDH) katalysiert die Rekation

$$\text{L-Lactat} + \text{DPN} \rightleftharpoons \text{Pyruvat} + \text{DPN} + \text{H}^+$$

(DPN = Diphosphopyridinnucleotid; DPN-H = reduz. Diphosphopyridinnucleotid).

Das Gleichgewicht der Reaktion liegt weit auf der Seite von Lactat und DPN^+. Es kann jedoch durch DPN-Überschuß, alkalisches Milieu und Abfangen des während der Reaktion gebildeten Pyruvat durch Hydrazin völlig auf die Seite von Pyruvat und DPN-H verschoben werden. Lactat wird unter solchen Bedingungen quantitativ in Pyruvat überführt, wobei in stöchiometrischem Verhältnis DPN hydriert wird. Das entstandene DPN-H dient als Meßgröße.

Notwendige Reagentien:

1. Glycin-Puffer
2. Hydrazinhydrat
3. Diphosphopyridinnucleotid (DPN)
4. Lactatdehydrogenase (LDH).

Die Blutentnahme erfolgte aus der ungestauten Vene.

Enteiweißung:

Das mit 6%-iger Perchlorsäure im Verhältnis 1:1 enteiweißte Blut wurde mit einem dünnen Glasstab gut gemischt und 5-10 min bei ca. 3000 Umdrehungen/min zentrifugiert. Vom Überstand wurden 0,1 ml zum Test verwendet.

Bestimmungsansatz:

Für jede Meßreihe wurde 1 Reagentienleerwert angesetzt. Dabei wurde die zu testende Probe durch 0,1 ml 0,3%-ige Perchlorsäure ersetzt.

In das Teströhrchen wurden nacheinander pipettiert:

2,00 ml Puffer
0,10 ml Überstand nach der Enteiweißung
0,03 ml LDH
0,20 ml DPN.

Es wurde durch Umschwenken gut gemischt und der Ansatz eine Stunde lang in ein Wasserbad von 25°C. gestellt. In einer 5 mm-Küvette wurde bei 365 mμ die Extinktion gegen eine Küvette mit Wasser gemessen und die Extinktion des Reagentienleerwerts vom Meßwert abgezogen.

Berechnung:

Die Reaktion verläuft unter den angegebenen Bedingungen stöchiometrisch. Eine Extinktionsdifferenz von 0,100 entspricht (gemäß den Extinktionskoeffizienten für DPN-H) für die Messung bei

340 mμ 0,0161 μMol DPN-H/ml, bei 366 mμ 0,030 μMol DPN-H/ml, somit ebenso vielen μMolen Lactat/ml oder im Küvetteninhalt von 2,33 ml: 0,0375 bzw. 0,0705 μMol Lactat oder 3,38 bzw. 6,35 γ Lactat.

Um den Lactat-Gehalt im ml des untersuchten Blutes oder Serums zu erhalten, ist die bei der Enteiweißung eingetretene Verdünnung zu berücksichtigen. Blut enthält ca. 80% seines Gewichtes in Flüssigkeit, 1 ml Blut wiegt 1,06 g. Bei Serum entfällt die Berücksichtigung des Volumens der geformten Elemente; der Volumen-Fehler durch Entfernung des Eiweißes ist zu vernachlässigen. Bei Einsatz von 1 ml Blut = 1,06 g ergibt die Enteiweißung 1,06 . 80/100 + 1 = 1,85 ml Extrakt; davon werden 0,1 ml zum Test verwendet. Die Verdünnung ist 1,85/1.1/0.1. Die Umrechnung auf Lactat/ml Blut erfolgt mit dem Faktor 18,5.

Es folgt für die Messung bei 25°:

für 366 mμ : ΔE . 117,5 = mg% Lactat im Blut.

Keine im Blut oder Serum vorkommenden Substanzen stören die Methode.

Ergebnisse:

Der zu Geburtsbeginn ermittelte Milchsäure-Anfangswert aus 55 Fällen ergab als Durchschnitt und Streubreite nach der Formel:

$$s = \sqrt{\frac{(x-m)^2}{n-1}} = 13 \pm 4{,}8 \text{ mg\%}$$

1) Milchsäureanstieg unter der Geburt

Die Tabellen 1 bis 6 stellen die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe mit 55 Fällen dar, wobei die Milchsäurewerte an Beginn und Ende der Eröffnungsperiode bestimmt worden sind. Aus diesen Werten wurde der prozentuale Anstieg der Milchsäure errechnet. Da dieser Anstieg sehr verschieden ausfiel, wurde eine willkürliche Einteilung in 6 Gruppen vorgenommen. In den Tabellen wurde neben dem Milchsäureanstieg die Geburtenzahl, die 'gesamte Wehendauer in min' (nach Lukas), die Dauer der Geburt bis zum Auftreten der Preßwehen (Eröffnungs-Periode), der durchschnittliche zeitliche Abstand der Wehenfolge und die Einordnung der Gebärenden in eine Erfolgsgruppe registriert.

Milchsäureanstieg um maximal 50%

Gesamtzahl der Fälle		10			
Einzelwerte in %	Geburtenzahl	Erfolgsgruppe R=Read B=Badegespräch	gesamte Wehendauer in min	Dauer der Geburt bis zum Auftreten v.Preßwehen i.Std.	durchschn. zeitlicher Abstand de Wehenfolge in min
0	2	BI	10	1	6
3	1	BIII	19	2,75	8,6
4	1	BI	56	9	9,6
6	1	BII	137	9,5	4,2
8	1	BII	96	14,5	9
19	1	BIII	86	13	8,9
25	2	BI	72	12	10
35	4	BII	7	2	17
38	2	BI	21	2,75	7,6
47	1	BII	148	19	7,8

Tab.1

Milchsäureanstieg um 51 - 100%

Gesamtzahl der Fälle		14			
Einzelwerte in %	Geburtenzahl	Erfolgsgruppe R=Read B=Badegespräch	gesamte Wehendauer in min	Dauer der Geburt bis zum Auftreten v.Preßwehen i.Std.	durchschn. zeitlicher Abstand de Wehenfolge in min
52	1	RI	16	2,5	10
58	1	BII	148	19	10
60	1	RIV	89	14,5	7,6
61	1	RI	21	5	15
63	1	BII	15	1,75	7
71	3	BI	8,5	1	7
75	1	RI	13,5	2	9
78	6	BIII	57	12	12,5
83	1	RI			
84	1	BI	47	5	6,5
86	1	RII	105	15	8,5
89	2	BI	9	4	26
91	1	RII	34		
92					

Tab.2

Milchsäureanstieg um 101 - 150%

esamt-
ahl der
älle 10

Einzelwerte in %	Geburten-zahl	Erfolgs-gruppe R=Read B=Bade-gespräch	gesamte Wehen-dauer in min	Dauer der Geburt bis zum Auftreten v. Preß-wehen i.Std.	durchschn. zeitlicher Abstand der Wehenfolge in min
107	1	BI	54	8,25	9,3
108	2	BI	32	6,25	12
109	2	BIII	2	0,5	15
111	1	BII	95,5	18,5	11,6
115	1	BII	79	6	4,5
126	1	BII	58	6	6
129	1	RI	60	8	8
131	1		38	4,5	7
133		BII	21	6	17
147	4	BI	9,5	1,75	11

ab.3

Milchsäureanstieg um 151 - 200%

esamt-
ahl der
älle 9

Einzelwerte in %	Geburten-zahl	Erfolgs-gruppe R=Read B=Bade-gespräch	gesamte Wehen-dauer in min	Dauer der Geburt bis zum Auftreten v.Preß-wehen i.Std.	durchschn. zeitlicher Abstand der Wehenfolge in min
157	2	BII	27	2	4,4
162	1	RI	47,5	7,5	9,5
162	1	RII	86	6	5,5
170	2	BI	16	2	7,5
171	2	BI	25	2	4,8
177	2	BI	8,5	5,75	1
177	2	BI	15	1	5,75
181	1	BI	14	4	17
200	4	BI	22	3,75	10

ab.4

Milchsäureanstieg um 201 - 300%

Gesamtzahl der Fälle		6			
Einzelwerte in %	Geburtenzahl	Erfolgsgruppe R=Read B=Badegespräch	gesamte Wehendauer in min	Dauer der Geburt bis zum Auftreten v.Preßwehen i.Std.	durchschn. zeitlicher Abstand Wehenfol. in min
216	5	BI	12	2	10
237	1	RI	21	1,5	4,3
250	1	BIV			
263	4				
289	2	BI			
290	1	RII	115	12,5	6

Tab.5

Milchsäureanstieg um mehr als 300%

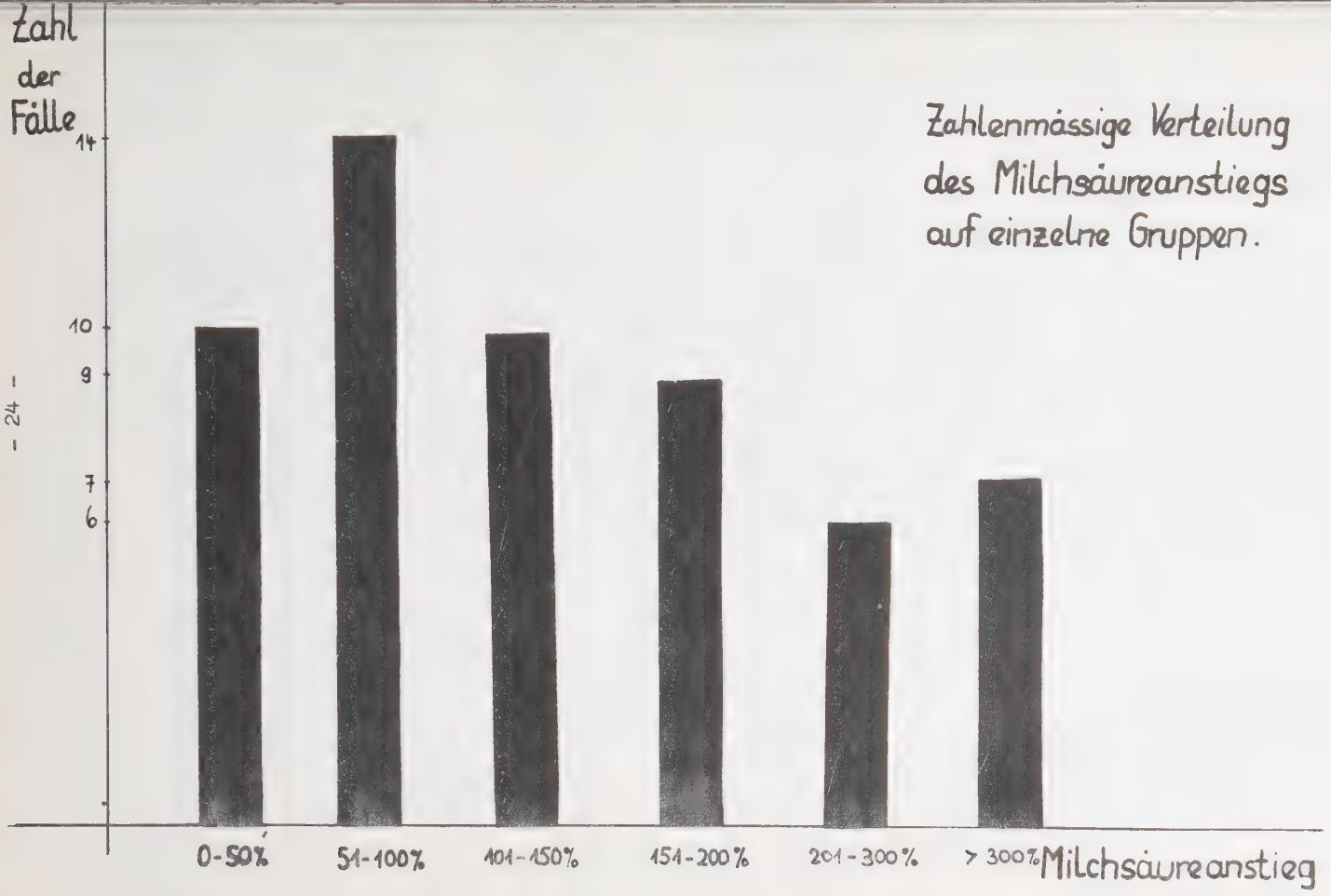
Gesamtzahl der Fälle		7			
Einzelwerte in %	Geburtenzahl	Erfolgsgruppe R= Read B=Badegespräch	gesamte Wehendauer in min	Dauer der Geburt bis zum Auftreten v.Preßwehen i.Std.	durchschn. zeitlicher Abstand Wehenfol. in min
330	6	BI	44	8	11
333	1	BII	13	2	9
345	1	BIII	53	15	17
376	4	BII	15,5	1,75	6,8
509	1	BI	35	6,5	11
585	1	BI	54,5	8,75	9,6
875	3	BI	31,5	4,75	8,6

Tab.6

	Milchsäure-anstieg um 0-50%			Milchsäure-anstieg um 51-100%			Milchsäure-anstieg um 101-150%			Milchsäure-anstieg um 151-200%			Milchsäure-anstieg um 201-300%			Milchsäure-anstieg um mehr als 301%		
Zahl der Fälle	10			14.			10			9			6			7		
	P	2	0% BI	L	1	52% RI	P	1	107% BI	A	2	157% BII	P	5	216% B I		6	330% BI
	P	1	3% BIII	P	1	58% BII	P	2	108% BII	P	1	162% RI	L/A	1	237% RI	P/L	1	333% BII
	P	1	4% BI	L/P	1	60% RIV		2	109% BIII	A/P	1	162% RII	L	1	250% BIV	P	1	345% BIII
	P/A	1	6% BII	P	1	61% RI	P	1	111% BII	A/P	2	170% BI	L	4	263%			376%
	L	1	8% BII			63%	P	1	115% BII	P	2	171% BI	L	2	289% BI	A	1	509% BI
	L	1	19% BIII	P	3	71% BI	A/P	1	126% BII	A	2	177% BI	L	1	290% RII	A	1	585% BI
	P	2	25% BI	L	1	75% RI	L	1	129% RI	L	2	177% BI				A	3	875% BI
	A/P	4	35% BII	P	6	78% BIII			131%		1	181% BI						
		2	38% BI	P	1	83% RI	L	1	133% BII	A/P	4	200% BI						
		1	47% BII	P	1	84% BI	L	4	147% BI									
				L/P	1	86% RII												
				P/A	2	89% BI												
				L	1	91% RII												
						92%												

arab. Ziffern=Geburtenzahl
R=Read
B=Badegespräch
P=pyknisch
L=leptosom
A=athletisch

Tab. 7



Zahlenmässige Verteilung des Milchsäureanstiegs auf einzelne Gruppen.

Milchsäurewerte am Ende der Eröffnungsperiode in mg%

	bis 15 mg%	16 - 30 mg%	31 - 45 mg%	mehr als 45 mg%
Zahl der Fälle	5	29	14	8
	P 3 6 mg% BI	P 1 16 mg% BIII	31 mg%	A/P 2 46 mg% BI
	L 1 13 mg% BII	P 5 16 mg% BI	1 32 mg% BI	L 2 46 mg% BI
	P 2 13 mg% BI	P/A 2 18 mg% BI	L 1 35 mg% RI	P 1 46 mg% BI
	P 1 15 mg% BI	P 1 18 mg% BII	P 2 35 mg% BI	A 1 48 mg% BI
	P 2 15 mg% BI	A/P 4 19 mg% BII	L 1 35 mg% BII	L/P 1 48 mg% RIV
		P/A 1 19 mg% BII	A 2 36 mg% BI	P 1 49 mg% BIII
		P 1 20 mg% BII	A 2 37 mg% BII	P/L 1 52 mg% BII
		L 1 21 mg% BIII	L 1 39 mg% RI	A 1 57 mg% BI
		L 4 21 mg% BI	L 1 39 mg% RII	
		L 1 21 mg% BIV	A 3 39 mg% BI	
		A/P 1 21 mg% RII	L 4 40 mg%	
		P 1 22 mg% RI	P 1 42 mg% RI	
		2 22 mg% BI	6 43 mg% BI	
		L 1 23 mg% RII	37 mg%	
		L 2 25 mg% BI		
		P 6 25 mg% BIII		
		P 2 25 mg% BI		
		2 26 mg% BIII		
		L 1 26 mg% RI		
		L/A 1 27 mg% RI		
		A/P 4 27 mg% BI		
		27 mg%		
		27 mg%		
		L/P 1 28 mg% RII		
		P 1 28 mg% BII		
		1 28 mg% BII		
		P 1 29 mg% RI		
		P 1 29 mg% BI		
		A/P 1 29 mg% BII		

arab.Ziffern=Geburtenzahl
R=Read
B=Badegespräch
A=athletisch
P=pyknisch
L=leptosom

Tab. 8

Es fällt auf, daß die zahlenmäßige Verteilung der Fälle auf die einzelnen Gruppen verschieden ist:

Bei 10 Geburten bestand ein Milchsäureanstieg unter 50%,
bei 14 " " " " von 51-100%,
bei 10 " " " " von 101-150%,
bei 9 " " " " von 151-200%,
bei 6 " " " " von 201-300%,
bei 7 " " " " von mehr als 300%.

Es ist aus der Tabelle ersichtlich, daß 7 von 12 Read-Geburten in die Gruppe des relativ geringen Anstiegs von 51-100% fallen. Es ist jedoch die Zahl der erfaßten Read-Geburten zu gering, um irgendwelche Schlüsse zuzulassen. Die Erfolgsgruppen I - IV nach vorangegangenem Badegespräch sind unregelmäßig auf alle Anstiegsgruppen verteilt.
Auch ist aus den Ergebnissen keine direkte Beziehung zwischen dem Grad des Milchsäureanstiegs und der Geburtenzahl der gesamten Wehendauer, der Dauer der Eröffnungsperiode,und dem zeitlichen Wehenabstand abzulesen.

In Tab. 7 ist in den einzelnen Gruppen außer der Erfolgsgruppe und der Geburtenzahl noch der Konstitutionstyp der Gebärenden vermerkt. Offensichtlich sind die drei Typen auf alle Gruppen gleich verteilt.

Tab. 8 enthält die Milchsäurewerte am Ende der Eröffnungsperiode. Auch hier wurde auf Grund der ganz verschieden hohen Milchsäure-Endwerte eine Einteilung in Gruppen vorgenommen. Sie läßt erkennen, daß eine ähnliche zahlenmäßige Verteilung vorliegt wie in Tab. 7 beim Milchsäureanstieg unter der Geburt: Bei 29 Fällen, was etwa 50% der Gesamtfälle entspricht, beträgt der Endwert 16-30 mg. Die übrigen Fälle verteilen sich auf die Gruppen mit niedrigerem oder höherem Endwert. Eine Beziehung zwischen Milchsäurewert, Erfolgsgruppe, Geburtenzahl und Konstitution ist jedoch nicht ersichtlich.

2. Milchsäurebestimmungen im Verlauf der Geburt

Bei 6 Geburten wurden die Milchsäurewerte vom Beginn der Eröffnungsperiode bis zum Beginn der Austreibungsperiode in einstündigen Abständen verlaufsmäßig bestimmt. In den einzelnen Fällen wurden dabei zusätzlich Infusionen bzw. Sauerstoffatmung gegeben, um festzustellen, ob dadurch ein Einfluß auf die Milchsäurebildung ausgeübt wird.

Abb. 5: Verlauf bei einer 25-jährigen II-para.
Da auch die Frage interessierte, ob die während einer einzelnen Wehe geleistete Arbeit erfaßt werden kann, wurde einmal kurz vor und kurz nach einer Wehe der Milchsäurewert bestimmt. Es ergab sich in diesem Fall ein Milchsäureanstieg von 12 mg%. Der Gesamtanstieg der Milchsäure während der Eröffnungsperiode betrug 900%.

Abb. 6: Verlauf bei einer 25-jährigen I-para.
Die Geburt wurde mit 3 VE-Syntocinon, 100 mg Dolantin und 2 Amp. Efosin eingeleitet. Der Gesamtanstieg der Milchsäure betrug 774 %.

Abb. 7: Verlauf bei einer II-para.
Bei Beginn der Eröffnungsperiode wurde eine Tropfinfusion mit physiologischer Kochsalzlösung angelegt. U.a. wurde die Milchsäure am Ende einer Wehe, sowie 2 min danach bestimmt. Es ergab sich ein Anstieg von 5 mg%, der wohl mit der allmählichen Diffusion der gebildeten Milchsäure aus dem Gewebe ins Blut erklärt werden kann. Der Gesamtanstieg der Milchsäure betrug 49%.

Abb. 8: Verlauf bei einer 23-jährigen I-para.
Bei Beginn der Eröffnungsperiode wurde eine Tropf-Infusion mit physiologischer Kochsalzlösung angelegt, sowie zusätzlich Sauerstoffatmung gegeben. Wegen Wehenschwäche bekam die Kreißende 4 x Monzal. Der Gesamtanstieg der Milchsäure betrug 68,4%.

Abb. 9: Verlauf bei einer 22-jährigen I-para.
Bei Beginn der Eröffnungsperiode wurde eine 5%ige Glukose-Infusion angelegt. Die Milchsäurebestimmung kurz vor und nach einer Wehe ergab einen Anstieg von 2,5%. Der Gesamtanstieg der Milchsäure betrug 210%.

F.R. II para, 25 Jahre, Read II-III
Milchsäurewerte im Verlauf der Geburt
Milchsäureanstieg bis zu den Press-
wehen: 900%
○= Muttermundweite

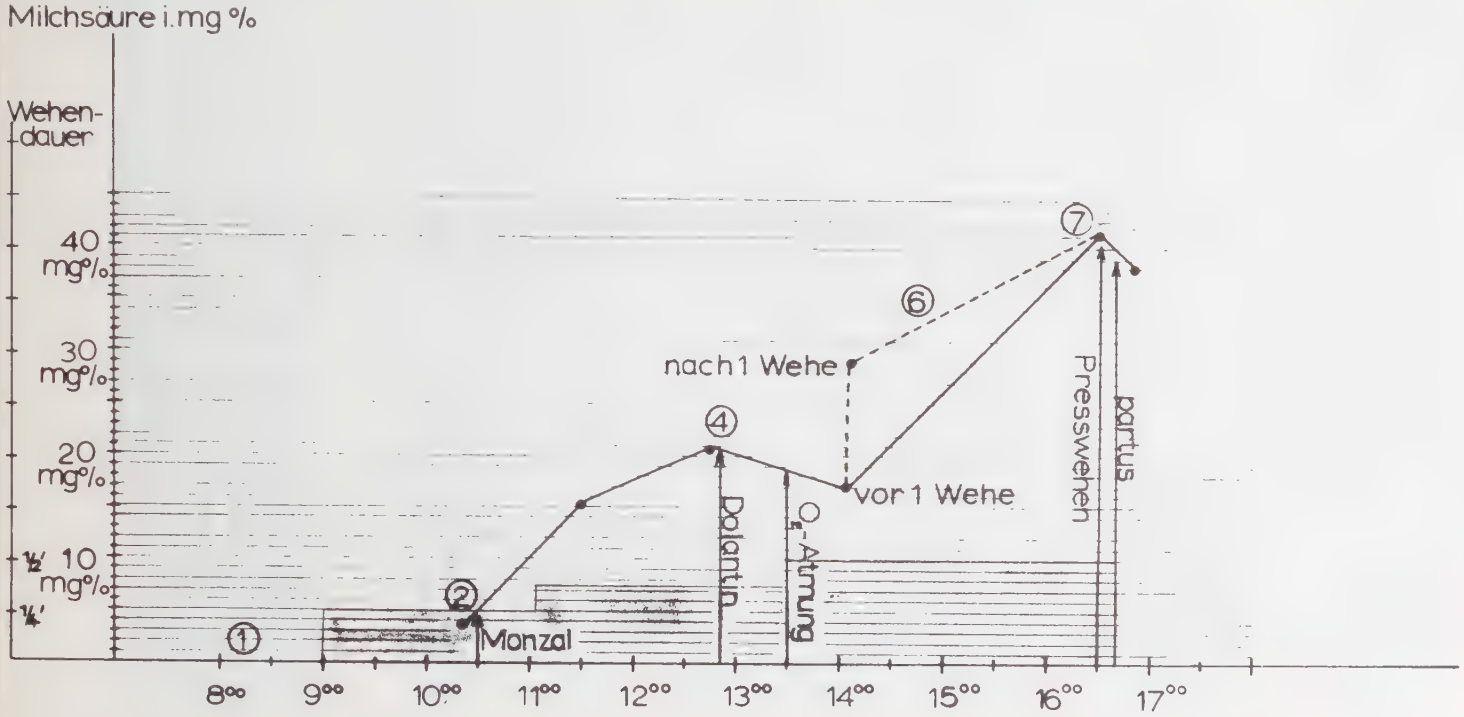


Abb. 5

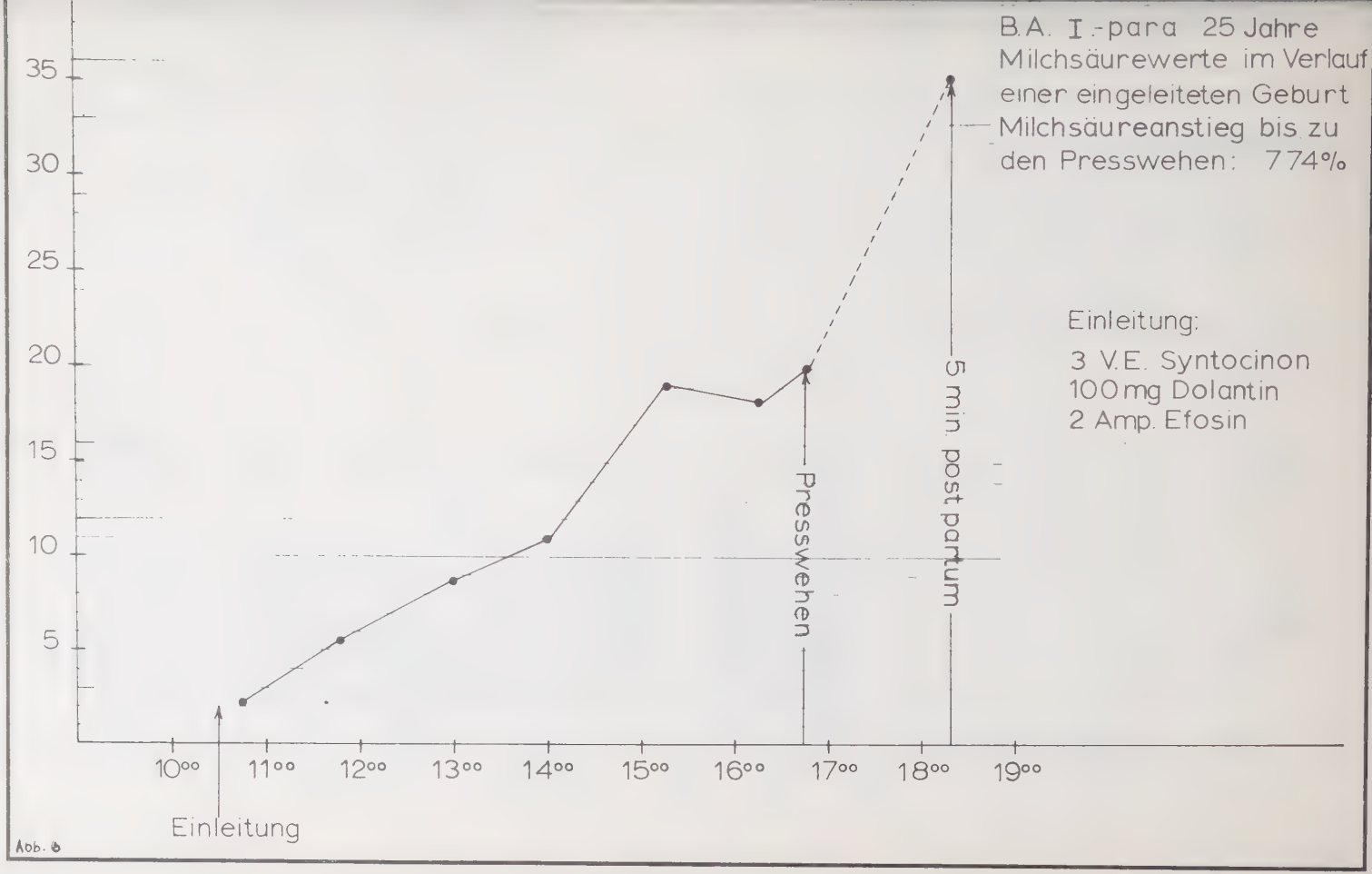

B.A. I.-para 25 Jahre
Milchsäurewerte im Verlauf einer eingeleiteten Geburt
Milchsäureanstieg bis zu den Presswehen: 774%
Einleitung:
3 V.E. Syntocinon
100 mg Dolantin
2 Amp. Efosin
35
30
25
20
15
10
5
Presswehen
5 min. post partum
10⁰⁰
11⁰⁰
12⁰⁰
13⁰⁰
14⁰⁰
15⁰⁰
16⁰⁰
17⁰⁰
18⁰⁰
19⁰⁰
Einleitung

Abb. 6

S.B. Milchsäurewerte im Verlauf der Geburt.
Tropfinfusion mit physiologischer Kochsalzlösung bis zum Auftreten der Presswehen
Milchsäureanstieg bis zu den Presswehen: 49%
◯= Muttermundweite

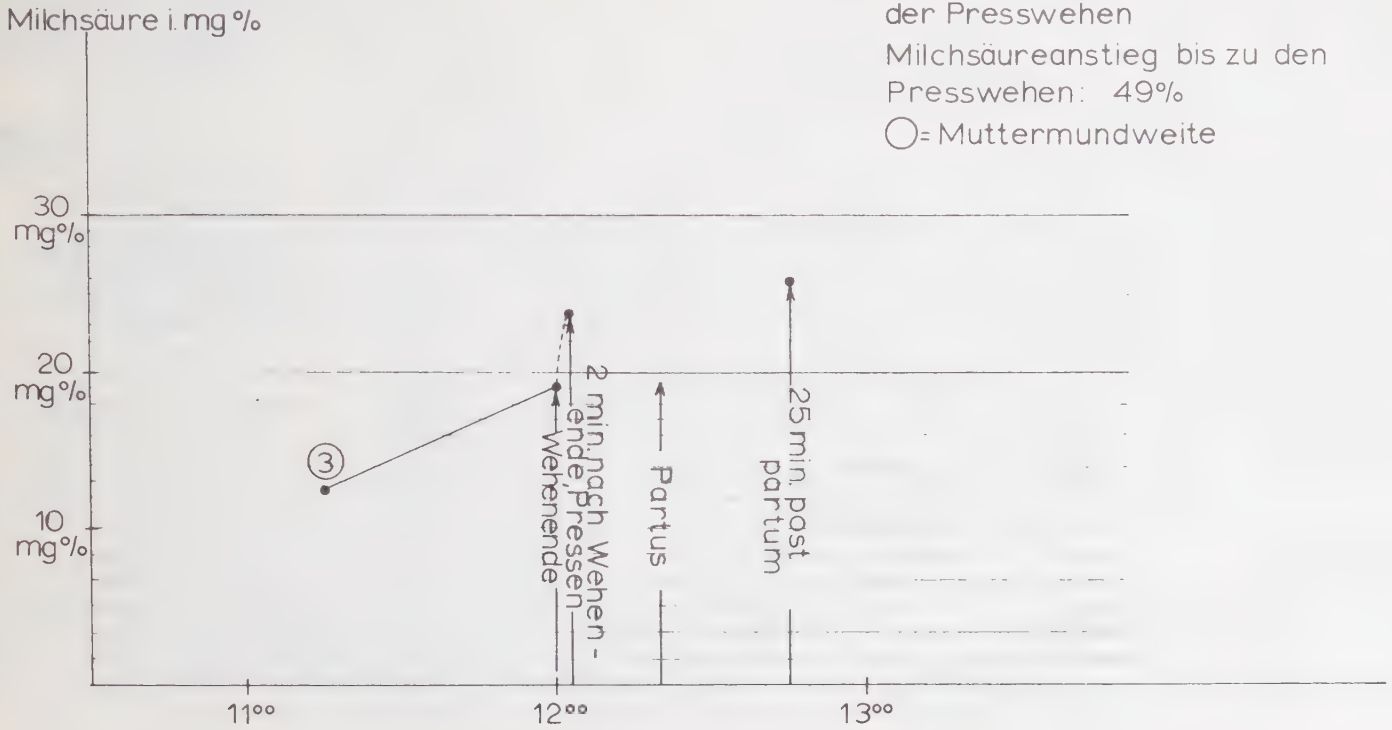


Abb. 7

U.H. I.-para 23 Jahre
Milchsäurewerte im Verlauf der Geburt.
Tropfinfusion mit physiologischer Kochsalzlösung+O_2-Atmung bis zum Auftreten der Presswehen.
Milchsäureanstieg bis zu den Presswehen: 68,4%
◯=Muttermundweite

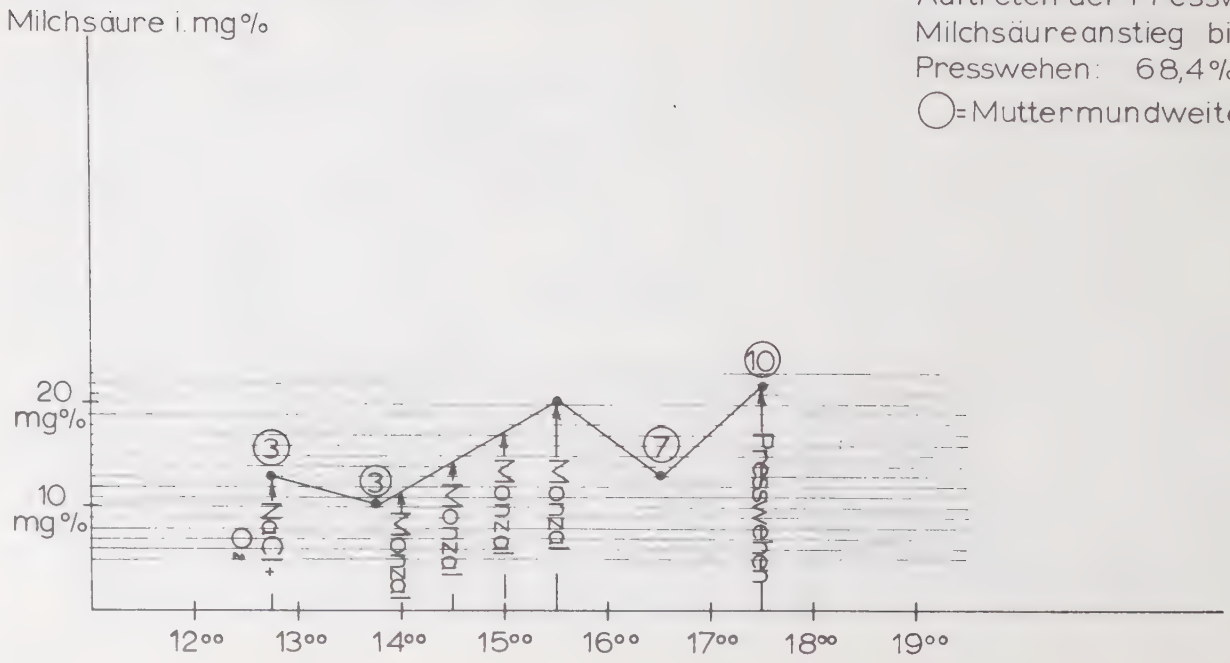


Abb 8

S.A. I. para, 22 Jahre
Milchsäurewerte im Verlauf der Geburt.
Tropfinfusion mit 5%iger Glucose bis zum Auftreten der Presswehen.
Milchsäureanstieg bis zu den Presswehen: 211%
◯=Muttermundweite

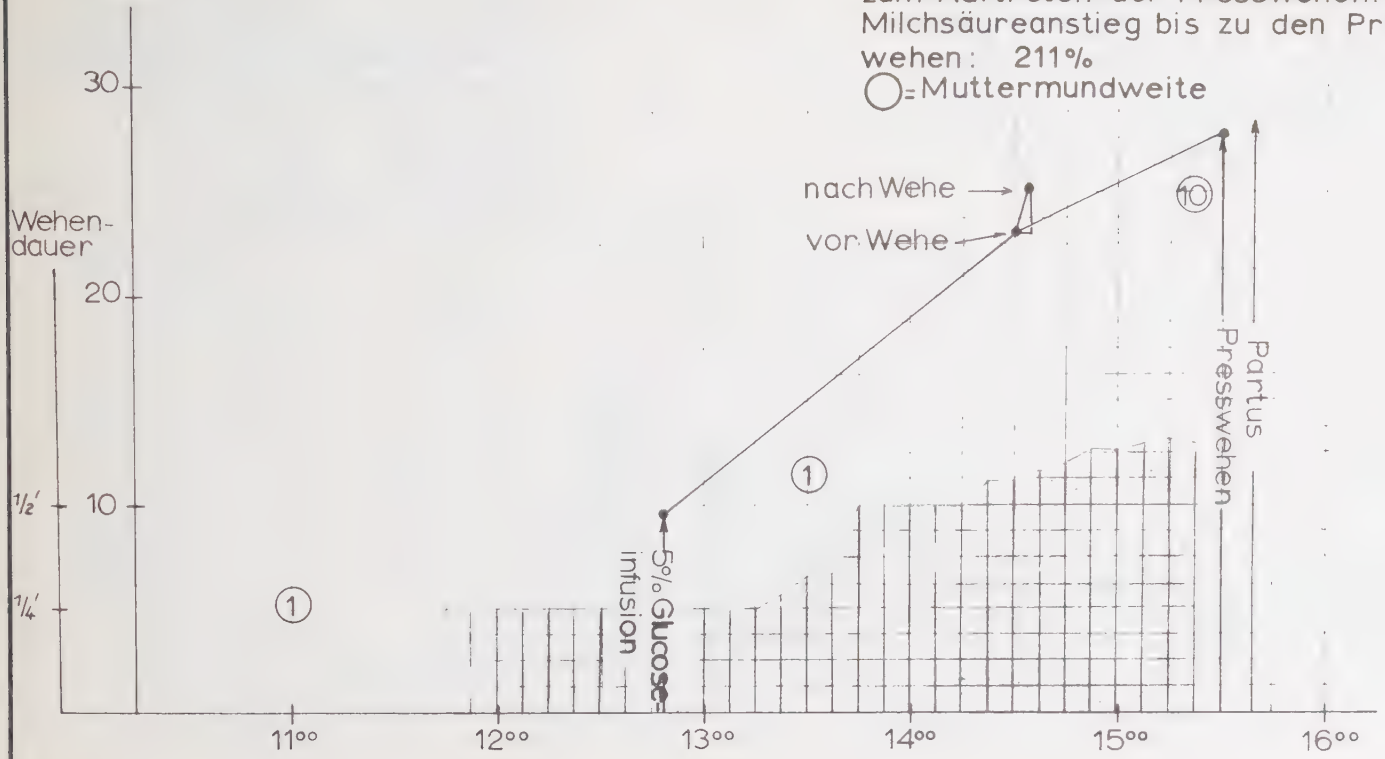


Abb. 9

G.M. II. - para 26 Jahre
Milchsäurewerte im Verlauf der Geburt.
Tropf-Infusion mit 5%iger Glucose
+O_2-Atmung bis zum Auftreten der Presswehen.
Milchsäureanstieg bis zu den Presswehen 109%
◯ = Muttermundweite

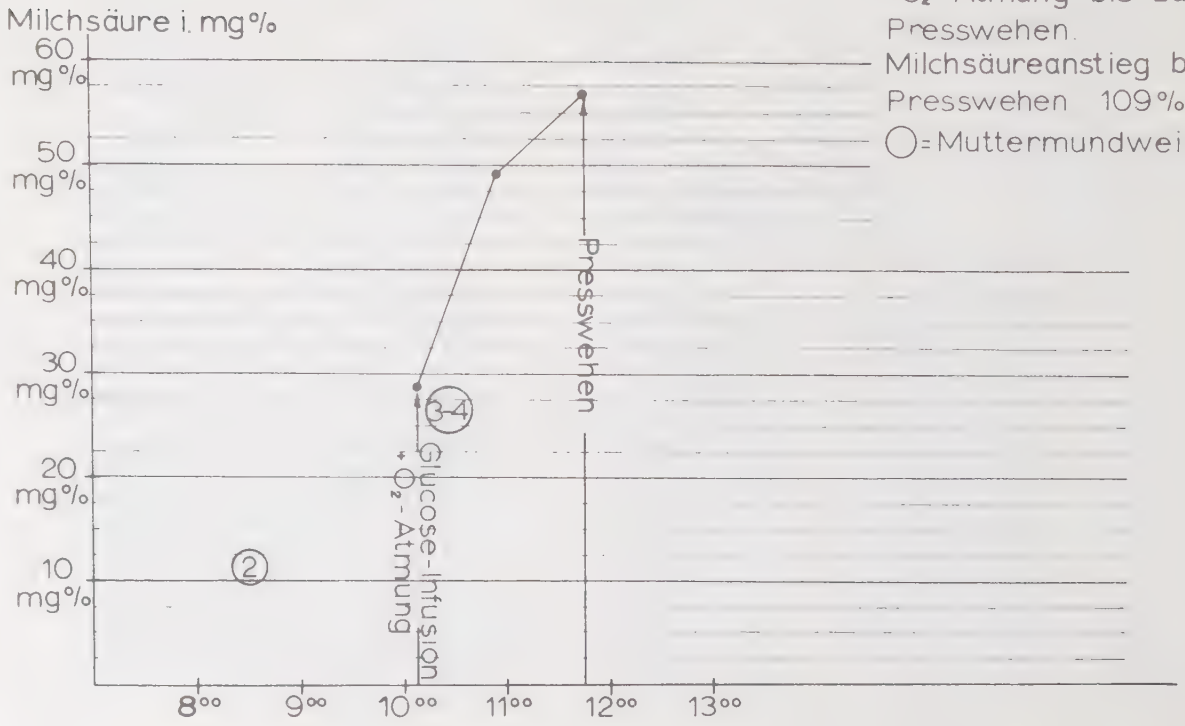


Abb. 10

Abb. 10: Verlauf bei einer 26-jährigen II-para.
Bei Beginn der Eröffnungsperiode wurde eine 5%ige Glukose-Tropfinfusion angelegt und zusätzlich Sauerstoffatmung gegeben. Der Gesamtanstieg der Milchsäure betrug 109%.

Ergebnis:

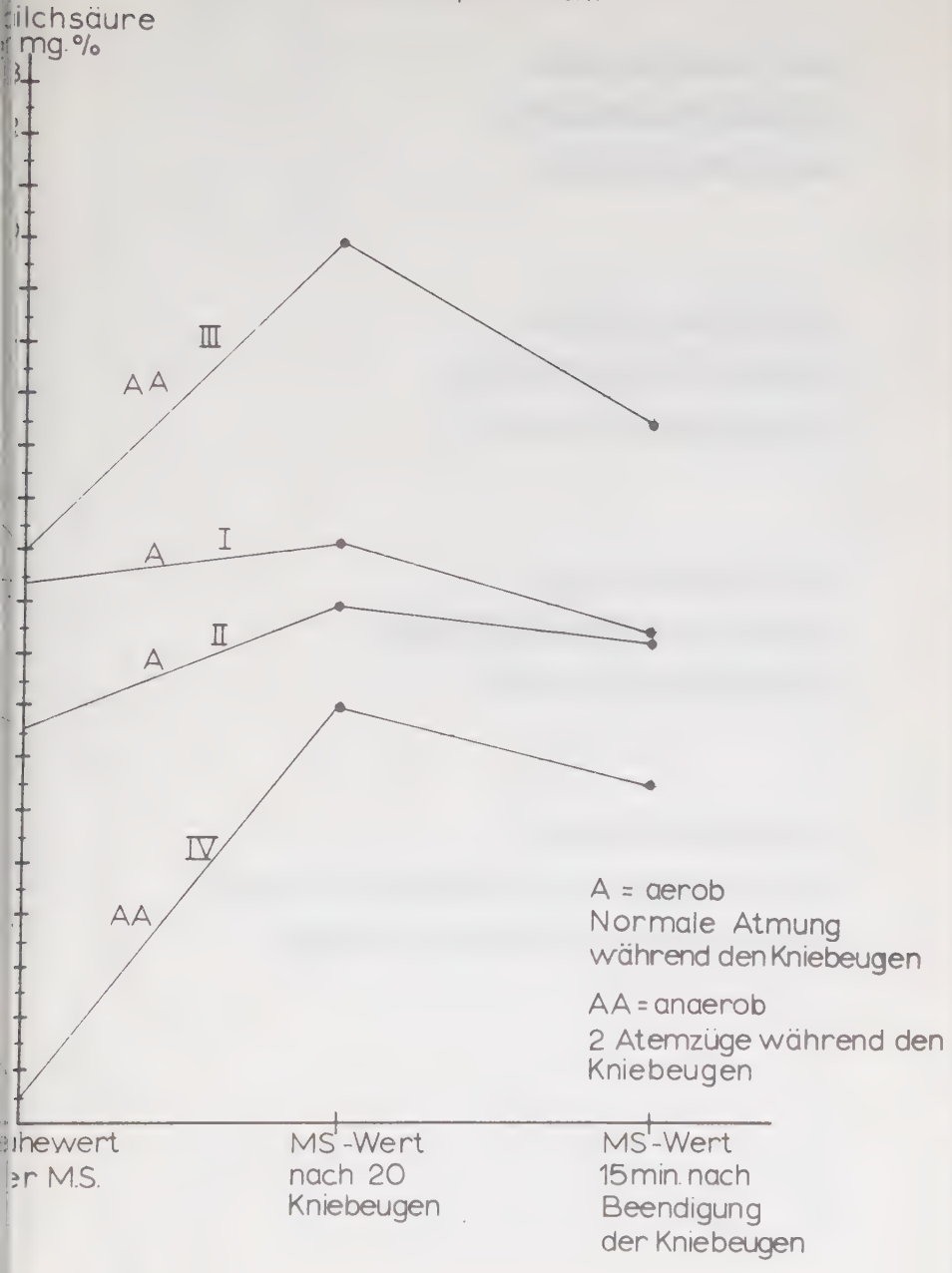
Der größte Milchsäureanstieg mit 900 bzw. 774% besteht bei der in Abb.5 dargestellten Geburt und der eingeleiteten Geburt. Die beiden Geburten mit Glukose-Infusion haben einen größeren Milchsäureanstieg als die beiden Geburten mit Kochsalz-Infusion. Der Geburtsverlauf mit Glukose-Infusion und zusätzlicher Sauerstoffatmung hat einen geringeren Milchsäureanstieg als der Verlauf mit Glukoseinfusion ohne Sauerstoffatmung. Der Geburtsverlauf mit Kochsalz-Infusion und Sauerstoffatmung zeigt dagegen einen höheren Milchsäureanstieg gegenüber dem Verlauf mit Kochsalzinfusion ohne Sauerstoffatmung. In zwei Fällen wurde die Milchsäure kurz vor und nach einer Wehe, die in beiden Fällen etwa 0,5 min dauerte, bestimmt. Es ergab sich ein Anstieg von 12 bzw. 2,5 mg%. Eine weitere zweimalige Milchsäurebestimmung n a c h einer Wehe im Abstand von 2 min ergab einen Anstieg von 5 mg%. Es darf angenommen werden, daß in diesem Fall die Diffusion der Milchsäure ins Blut allmählich eintrat. Dies würde auch den verschieden hohen Anstieg in den beiden anderen Fällen erklären.

II. Nebenversuche

1. Arbeitsleistung unter aeroben und anaeroben Bedingungen bei verschiedenen Versuchspersonen.
Bei 4 Versuchspersonen wurde der Ruhewert der Milchsäure bestimmt. Zwei von ihnen führten sodann Kniebeugen aus bei einer dem Bedarf der Arbeit entsprechenden Atmung. Die beiden anderen Versuchspersonen vollführten die Kniebeugen unter Beschränkung auf zwei Atemzüge. (Abb. 11).

2. Arbeitsleistung unter aeroben und anaeroben Bedingungen bei 3 Graviden.
Die gleiche Arbeit wurde von 3 Graviden geleistet. Zwei von ihnen führten die Kniebeugen aus bei einer dem Bedarf entsprechenden Atmung, eine der Graviden unter Beschränkung auf zwei Atemzüge. (Abb. 12)

Milchsäurewerte bei Ruhe, Belastung, normaler und verminderter Atmung, bei 4 Versuchspersonen.



b. 11a

R = Ruhewert der MS = 100 %
B = MS-Werte bei Belastung mit 20 Kniebeugen
E = MS-Werte 15 min. nach Beendigung der Kniebeugen

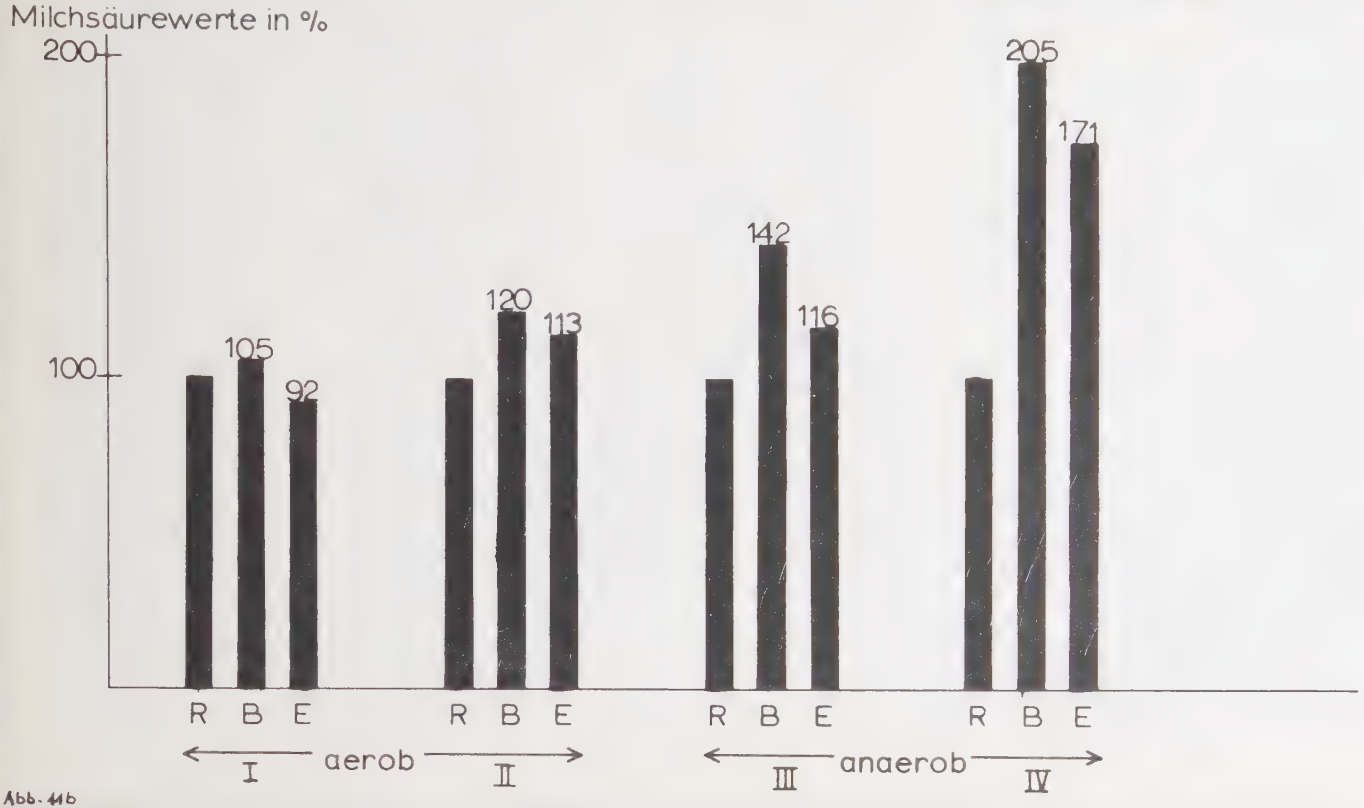


Abb. 46

Milchsäurewerte in Ruhe und bei Belastung
bei 3 Graviden

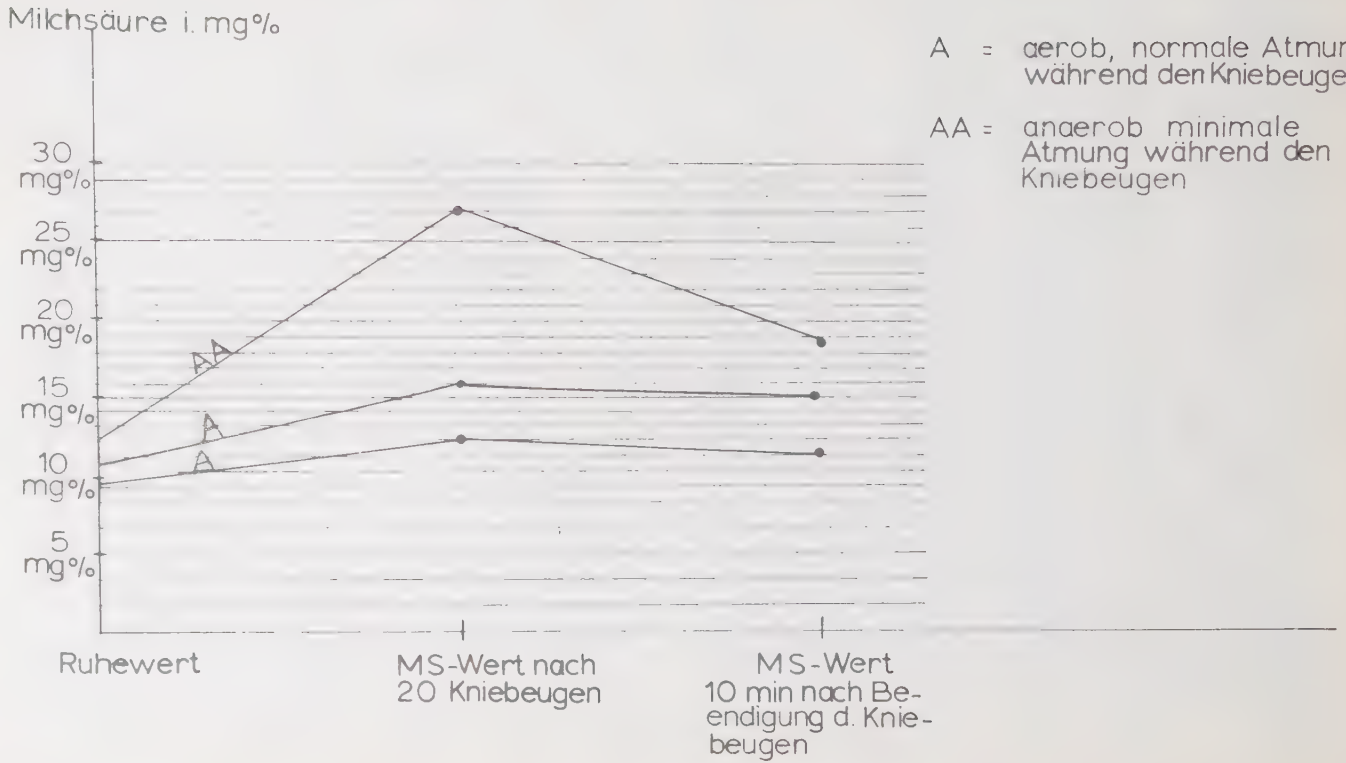


Abb. 12

Ergebnis:

a) Bei beiden Gruppen von Versuchspersonen ist der Milchsäureanstieg bei der unter anaeroben Bedingungen geleisteten Arbeit wesentlich höher als bei der unter aeroben Bedingungen geleisteten Arbeit.

b) 15 min nach Beendigung der Kniebeugen ist bei allen Versuchspersonen der Milchsäurespiegel wieder gesunken. Bei den unter aeroben Bedingungen ausgeführten Versuchen erreichte er nahezu den Ruhewert, in einem Fall unterschritt er ihn. Bei allen Arbeitsleistungen, die unter anaeroben Bedingungen ausgeführt wurden, lag der Milchsäurespiegel nach 15 min noch relativ hoch. Es ist naheliegend, daß der Grund darin liegt, daß der biochemische Milchsäureabbau in der Zeiteinheit begrenzt ist.

D) Zusammenfassung:

Es wurden Milchsäurewerte unter der Geburt bestimmt.

In einer ersten Reihe von Versuchen wurde bei 56 Geburten der Milchsäureanstieg vom Beginn der Eröffnungsperiode bis zum Beginn der Austreibungsperiode bestimmt. Dieser Milchsäureanstieg schwankte zwischen 0 und 875%. Es wurde deshalb eine Einteilung in 6 Anstiegsgruppen vorgenommen. Da auch die Milchsäurewerte am Ende der Eröffnungsperiode zwischen 6 mg und 57 mg differierten, wurden auch diese Werte in einzelne Gruppen eingeteilt. Bei beiden Gruppeneinteilungen vereinigen die Gruppen mit mittlerem Milchsäureanstieg bzw. mittlerem Milchsäureendwert eine größere Zahl von Fällen auf sich, als die Gruppen mit niedrigerem oder höherem Milchsäureanstieg bzw. -endwert. 7 von 12 nach Read vorbereitete Kreißende fallen in die Gruppe mit relativ geringem Anstieg von 51-100%. Dem Milchsäureanstieg bzw. Milchsäureendwert im einzelnen Fall wurde die erfolgte Beurteilung des Geburtsablaufes auf Grund des vorausgegangenen Badegespräches oder der Vorbereitung nach Read, die Geburtenzahl, die Konstitution, die Gesamtwehendauer und der zeitliche Abstand der Wehenfolge gegenübergestellt. Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen stehen jedoch die Milchsäurewerte im Verlauf der Geburt und die genannten Daten in keiner ersichtlichen funktionellen Beziehung zueinander.

In einer zweiten Reihe von Versuchen wurde die Milchsäure unter

der Geburt verlaufsmäßig bestimmt, wobei im Einzelfall zusätzlich Kochsalz-Infusion, Kochsalz-Infusion und Sauerstoff, Glukose-Infusion, sowie Glukose-Infusion und Sauerstoff gegeben wurden. Die Geburten mit Glukose-Infusion weisen einen höheren Milchsäureanstieg auf als die Geburten mit Kochsalz-Infusion. Die Geburt mit Glukose-Infusion und Sauerstoff hat einen niedrigeren Milchsäureanstieg als die Geburt mit Glukose-Infusion ohne Sauerstoff. Es darf daher angenommen werden, daß die Bedingungen der Atmung Einfluß auf das Stoffwechselgeschehen nehmen können.

In einigen Nebenversuchen wurde die Milchsäurebildung bei Arbeitsleistung unter aeroben und anaeroben Bedingungen bei 3 graviden und 4 anderen Versuchspersonen bestimmt. In beiden Gruppen ergab sich, daß die Arbeit unter anaeroben Bedingungen einen wesentlich höheren Milchsäureanstieg bedingt als die Arbeit unter aeroben Bedingungen, und daß bei der vermehrten Milchsäurebildung die Rückbildung der Milchsäure bis zum Ruhewert längere Zeit dauert als bei dem geringeren Anstieg nach aerober Arbeit.

E) Literaturverzeichnis

(1) Biochemica Boehringer: Die Bedeutung der Milchsäurebestimmung für Forschung u.klinische Medizin. Die Therapie des Monats 2/57, S.54 ff.

(2) Biochemica Boehringer: Der intermediäre Kohlehydratstoffwechsel. Schemat. Darstellung v. Stoffwechselvorgängen. Firma Boehringer (611271).

(3) Biochemica Boehringer: Die Abbauwege der Fruktose und Glukose. Schemat. Darstellung v. Stoffwechselvorgängen. Firma Boehringer (611271).

(4) Biochemica Boehringer: Allgemeines zur Ausführung enzymatischer Testmethoden. Firma Boehringer, Tu Allg. 1.40.MGD 2.61.

(5) Biochemica Boehringer: Milchsäuretest. Enzymatische Bestimmung der L-Lactat-Konzentration in Blut oder Serum. Firma Boehringer Tu 61100.

(6) Bücher,T., Scholz,R., Schmitz,H.,Lampen,I.O.: Über die Wirkung von Nystatin auf Bäckerhefe. Biochem. Zeitschr. 331 (1959) S.71-86.

(7) Eskildsen, P.: The lactic acid content of the Blood during muscular work. Acta med.Scand. 127 (1947).

(8) Flaschenträger u. Lehnartz: Physiologische Chemie. Ein Handbuch. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen,1954.

(9) Hart, J.S., Herouse,O.: Effect of low temperature and work on blood lactic acid in deer mice. Amer. J.Physiol. 176 (1954) 452.

(10) Hasan,S., Laamann,A., Niemi,M.: Effect of termal stress and muscular exercise with and without insulin hypoglycaemia, on the body temperature, perspiration rate, and electrolyte and lactate content of sweat. Acta physiol. Scand. (Stockholm) 31 (1954) 131.

(11) Henschel,A., Taylor,H.L. Keys,A.: Performance capacity in acute starvation with hard work. J.Appl.Physiol. Wash. 6 (1954) 624.

(12) Heß,B.: Über eine kinetisch-enzymatische Bestimmung der L(+)-Milchsäure im menschlichen Serum und anderen biologischen Flüssigkeiten. Biochem.Zschr. 328 (1956) 110.

(13) Hohorst,H.J.: Enzymatische Bestimmung von L(+)-Milchsäure mit Milchsäuredehydrogenase. Biochem.Zschr. Bd.328 S. 509-521(1957).

(14) Horn,H.D. u.Bruns,F.H.: Quantitative Bestimmung von L(+)-Milchsäure mit Milchsäuredehydrogenase. Biochem.-biophys.acta 21 (1956) 378.

(15) Lehnartz,E.: Einführung in die chemische Physiologie. Springer Verlag Berlin,Göttingen 1952.

(16) Leuthardt,F.: Lehrbuch der physiologischen Chemie. Walter de Gruyter-Verlag,Berlin 1957.

(17) Loll,H. u.Hielscher,A.: Über die Wirkung intravenös zugeführter Stoffe auf den Serumspiegel von Enzymen und Substraten. Ärztl.Forschung 12 1958 I/591.

(18) Lundin,G., Ström,G.: The concentration of blood lactic acid in man during muskular work in relation to the partial pressure of oxygen of the inspired air. Acta Physiol. Scand. 13 (1947).

(19) Lukas,K.H.: Die psychologische Geburtserleichterung. Friedrich-Karl Schattauer-Verlag Stuttgart, (1959).

(20) Margaria,R., Edwards,H.T.: The sources of Energy in muscular work performed in anaerob conditions. (Amer.J.Physiol. 108 (1934) 341.

(21) Margaria,R., Edwards,H.T., Dill, D.B.: The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. Amer.J.Physiol.106 (1933) 689.

(22) Martius,H.: Lehrbuch der Geburtshilfe. Georg Thieme-Verlag Stuttgart, 1962.

(23) Martius,H.,Gschwendtner,S., Kornhas,S.: Geburtserleichterung, ein Leitfaden für prakt. Ärzte, Geburtshelfer und Hebammen. Ernst Reinhard-Verlag München, Basel, 1959.

(24) Pfleiderer,G.u.Dose,K.: Eine enzymatische Bestimmung der L(+)-Milchsäure mit Milchsäuredehydrogenase. Biochem.Zschr. 326(1957) 436.

(25) Read, G.D.: Mutter werden ohne Schmerz, Hoffmann u.Campe-Verlag,Hamburg, 1953

(26) Rein,H., Schneider,M.: Lehrbuch der Physiologie. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, 1956.

(27) Taylor,H.J., Henschel,A., Michelsen,O., Keys,A.: Some effects of acute starvation with hard work on body weight, body fluids and metabolism. J.Appl.Physiol. Wash. 6 (1954) 613.

(28) Weiner,J.S., v.Heyningen,R.E.: Observations on lactate content of sweat.J.ApplPhysiol.Wash.4 (1952) 134.

L e b e n s l a u f

Am 30. August 1934 wurde ich als Tochter des verstorbenen Regierungsbaumeisters Fritz Ostertag und seiner Frau Alma, geb. Probst, als drittes von vier Kindern in Heilbronn geboren. Von 1941 - 1945 besuchte ich die Grundschule in Weinsberg, von 1945 - 1951 die dortige Realschule bis zur mittleren Reife. Danach besuchte ich die Wirtschaftsoberschule in Heilbronn bis zum Abitur im Jahre 1954. Von Mai 1954 - Mai 1955 war ich in einer Arztpraxis in Heilbronn angestellt, danach zwei Jahre bis Oktober 1957 bei der Kassenärztlichen Vereinigung Nord-Württemberg in Stuttgart tätig. Im April 1957 legte ich vor dem Oberschulamt Nord-Württemberg eine Ergänzungsprüfung zum Wirtschaftsabitur ab. Im Wintersemester 1957/58 begann ich das Medizinstudium an der Universität Tübingen, wo ich nach dem Sommersemester 1958 das Vorphysikum und nach dem Wintersemester 1959/60 das Physikum ablegte. Am 1. Juli 1963 habe ich in Tübingen das medizinische Staatsexamen bestanden.